

屏東縣第64屆國中小學科學展覽 作品說明書

科 別：生活與應用科學科(2) (含生物科技/食品科學)

組 別：國中組

作品名稱：蛋願能長久-雞蛋包膜保鮮實驗

關 鍵 詞：雞蛋、雞蛋包膜、雞蛋新鮮度 (最多三個)

編號：B7004

摘要

這是一個驗證包膜是否能延長雞蛋保鮮期的實驗。在這次實驗中，我們選擇了豬油、沙拉油及蜂蠟三種包膜的材質，進行了連續9週的新鮮度測試。根據我們的實驗結果，有包膜與未包膜的確會影響雞蛋長時間保存的新鮮度。

就結果來說，只要有包膜，同樣的存放時間下，雞蛋的新鮮度就會優於未包膜的雞蛋，原因是包膜後，可以減少水氣和 CO₂ 散失，使得雞蛋品質維持較好的狀態。三種包膜材料中，我們比較推薦豬油，其次是沙拉油，因為豬油的效果好，又沒有滴落油滴的問題。但如果是短時間保存(28天內)，有沒有包膜其實差異不大。

壹、前言

一、研究動機

前陣子的進口蛋話題不斷延燒，有人說雞蛋塗蠟可以延長保存期限，也有人很質疑這個說法。因此，這引起了我們的好奇心，於是上網搜尋資料並進行實驗觀察。

二、研究目的

- (一) 不同包覆材質(沙拉油、豬油、蜂蠟)對蛋殼透氣性的影響。
- (二) 不同材質對雞蛋保存期限有何影響。
- (三) 不同材質包膜的雞蛋，存放時間和新鮮度有何關係。

三、文獻回顧

(一) 保鮮劑性質對雞蛋保鮮效果的影響 (刘会珍, 吴薇, and 高振江. Diss. 2005.)

分別採用殼聚糖、可溶性澱粉、聚乙烯醇及脂肪醇聚氧乙烯醚 (AEO) 為塗膜基質，對雞蛋進行塗膜保鮮實驗。在 28°C、80% 相對溫度的條件下貯藏 28d，測定失重率 (WL 值)、相對密度 (RD 值)、蛋黃指數 (YI 值)、豪氏單位 (HU 值) 以及蛋白 pH 值的變化。

結果表明：28d 時 AEO 組雞蛋失重率為 4.22% (空白組 6.52%)，相對密度由最初的 1.095 降低到 1.064 (空白組 1.01)，蛋黃指數由 0.43 降低到 0.37，豪氏單位由 88.7 降低到 56.32，pH 值控制在 9.01 以下，總體維持在 B 級蛋水準；AEO 組的各項參數顯著優於空白組，略好於聚乙烯醇組和殼聚糖，澱粉組的保鮮效果相比較而言最不明顯。通過 AEO 塗膜保鮮，可以延長雞蛋的貨架期，並且塗膜后的性能良好，易被消費者接受，是一種很具應用前景的雞蛋塗膜基質。

(二) 儲存時間對雞蛋微生物和蛋品質影響研究 (魏瑞成, et al. *中國畜牧獸醫* 34.11 (2007): 129-131.)

本研究探討了雞蛋在 28°C 夏季高溫、80%~90%濕度條件下，不同儲存時間對雞蛋微生物和蛋品質變化情況的影響。結果表明，隨著存放時間延長，雞蛋外殼和內容物菌落總數呈上升趨勢，變化範圍分別在 $6.50 \times 10^2 \sim 2.35 \times 10^5$ CFU/g 和 0~35.5 CFU/g 之間。存儲 21 d 后，雞蛋外殼菌落總數超出農業部無公害雞蛋標準。而大腸菌群數基本小於 30 MPN/100 g，低於農業部無公害雞蛋標準。試驗中被檢雞蛋隨著貯藏時間增加，氣室高度增加，濃蛋白減少而稀蛋白增多，第 12 d 時已有部分雞蛋出現散黃現象。可見，雞蛋品質各指標與存放時間呈明顯的相反趨勢。

(三) 微在蛋隙 (鄭涵、陳可萱、朱婉君，第 45 屆全國科展，高中組，生物科)

我們參考茶葉蛋與茶焗蛋的製作情形設計實驗後，發現即使同為茶分子，但由於氣態及液態分子間的距離不同，仍會造成不同之通透情形。液態物質不易通過，但氣態分子可輕易通過。蛋殼為卵生動物胚胎時期的保護構造，其表面有許多微小孔隙可使 H_2O 、 CO_2 及 O_2 等維持生命所需之氣態物質輕易地通過。經過實驗發現，蛋殼孔隙易使蛋殼外部的氣體分子通透至內部，但氣體分子不易由蛋殼之內部到達外部。

透過文獻資料，我們可以知道下面幾件事情：

1. 採用適當的包膜材質，的確可以使雞蛋在同樣的保存條件下，得到較好的保存結果。
2. 隨著存放時間增加，雞蛋外殼的細菌量也會跟著增加，若能有效的防止外殼的細菌進入雞蛋內部，就可以延長保鮮期。
3. 雞蛋上面的孔隙可以使氣體進出，透過包膜的方式，可以將孔隙封住，進而使進出的氣體變少。
4. 雞蛋新鮮程度的常用評估指標如下：
 - (1) 蛋黃指數：蛋黃指數(YI 值)是指蛋黃高度(H)與蛋黃直徑(Φ)的比值，即 $Y \cdot C = H / \Phi$ 。可以用來表示雞蛋的新鮮度，存放時間越短（越新鮮）的雞蛋，蛋黃指數越大，一級蛋蛋黃指數 ≥ 0.40 ，二級蛋蛋黃指數 ≥ 0.36 ，三級蛋蛋黃指數 ≤ 0.35 。
 - (2) 失重率：貯存後蛋減少的重量與初始重量的比值即為失重率。失重率越小，說明蛋越新鮮。

- (3) 豪氏單位 (Haugh Unit)：豪氏單位是評價雞蛋品質的一個非常重要的指標。它是通過測定濃蛋白的高度和蛋的質量，按照公式計算的一個檢驗雞蛋新鮮度的指標。美國農業部將雞蛋分為三級，豪氏單位 (Haugh Unit) 在 72 以上為 AA 級，60~71.9 為 A 級、31~59.9 為 B 級，未達 31 則需淘汰。
- (4) 比重(相對密度)測定法：全蛋的比重隨著蛋鮮度的劣化而降低。新鮮蛋的比重約為 1.08~1.09，6%食鹽水之比重約為 1.027，因此新鮮蛋在 6%食鹽水中應下沉，而不新鮮蛋則因比重減小而上浮。
- (5) 蛋白 pH 值：由於蛋白中的二氧化碳流失的關係，造成蛋白中的 pH 值改變，從原來新鮮的 7.2 至 7.5 漸漸增加為 9.2 至 9.5，這個 pH 值的變化，會降低溶菌酵素和其他蛋白質的結合力，使得原先黏稠蛋白的黏度變稀。
- (6) 硫化氫氣體：雞蛋含有豐富的蛋白質，而蛋白質含有硫元素，細菌會經由代謝作用，把硫元素轉化成硫化氫。

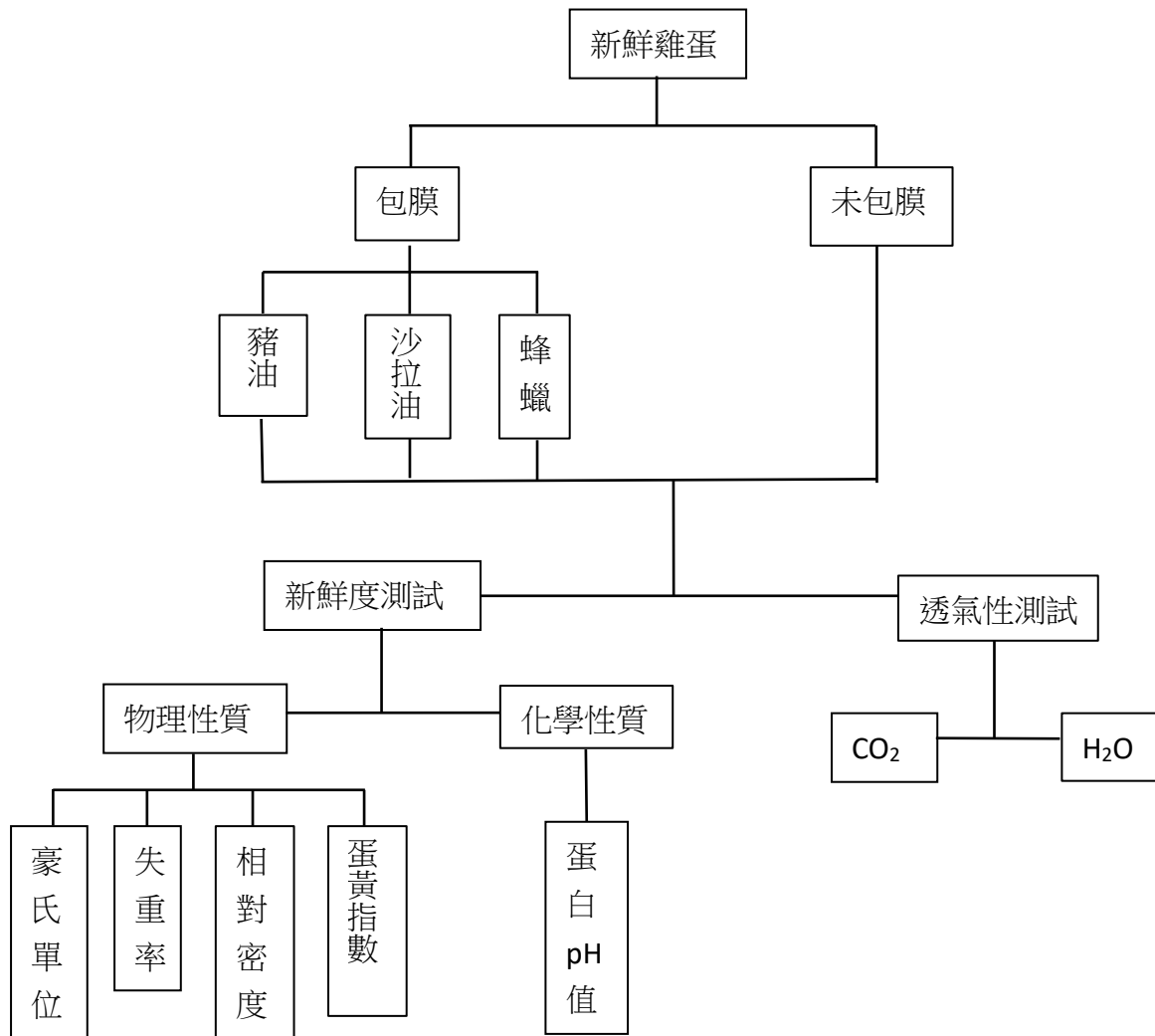
貳、研究設備及器材

一、研究器材

			
冰箱	二氧化碳偵測器	pH 計	二氧化碳鋼瓶
			
游標卡尺	密閉箱體	電子天平	500mL 量筒

參、研究過程或方法

一、研究架構



二、實驗步驟

實驗一、同樣保存條件下的雞蛋，雞蛋包膜材質不同，對其新鮮程度有何影響？

步驟1. 選用新鮮的洗選蛋，並用不同材質包覆外殼。其中我們選用的材質有豬油、沙拉油、蜂蠟、保鮮膜。

步驟2. 將包膜完成的雞蛋與未包膜的雞蛋，依照不同的包膜方式依序加以編號，以便觀察每一顆雞蛋的數據變化。接著一起放在同一個冰箱內儲存。

步驟3. 每七天依序將每一種包膜的雞蛋打開2顆，並測試其物理性質與化學性質有何改變，藉此評估其新鮮度。

其中我們的物理性質要測量的有失重率、比重(相對密度)、豪氏指數及蛋黃指數；化學性質要測量的有蛋白質的 pH 值。各種測量方式分別說明如下：

1. 失重率的測量方法：
記錄雞蛋包膜後的重量，要打破蛋殼前再測量一次重量，並計算失重率。
2. 相對密度(比重)的測量方法：
 - (1) 用排水法測量包膜前的雞蛋體積，並求出其密度。
 - (2) 要打開檢驗新鮮度前，再測量一次密度。
3. 蛋黃指數的測量方法：
在保持蛋黃完好的情況下，用游標卡尺（精度為 0.1mm）準確測量蛋黃直徑和蛋黃高度，蛋黃高度(H)與蛋黃直徑(Φ)之比為蛋黃指數。
4. 豪氏單位的測量方法：
打破蛋後，測定平板上的厚蛋白高度（毫米），再與蛋重比較，以計算式算出數值($HU=100 \times \log (h-1.7*W^{0.37}+7.6)$)。
5. 蛋白 pH 值的測量方法：
將去除蛋黃的蛋白充分攪拌均勻，用 pH 計測量其 pH 值。

實驗二、不同包膜材質的蛋殼，對蛋殼的透氣性有何影響？

步驟1. 選用新鮮的洗選蛋，開小孔，移除內部的蛋黃及蛋白後，將內外以清水洗淨，並將外殼擦拭乾淨。

步驟2. 分別使用豬油、沙拉油、蜂蠟、保鮮膜對外殼進行包覆。

步驟3. 進行 H₂O 及 CO₂的透氣性實驗。

(1) 由內到外的 H₂O 透氣性實驗：

步驟1. 由小孔向蛋殼內注入5c.c.清水，確認外表乾燥後，在表面貼上乾燥的氯化亞鈷試紙。

步驟2. 小心的將處理好的蛋殼，放入乾燥箱內，並記錄氯化亞鈷試紙變色所需的時間。

(2) 由內到外的 CO₂透氣性實驗：

步驟1. 將蛋殼小孔朝下，置入箱子內(小孔需露在箱子外)。

步驟2. 在箱子內放置 CO₂偵測器，並從蛋殼小孔導入 CO₂。

步驟3. 每3分鐘紀錄偵測器數據變化，連續紀錄15分鐘。

肆、研究結果

一、雞蛋保鮮度測量數據。

(一) 第一週(7天)

	原重(g)	M(g)	V(cm ³)	Φ(cm)	H(cm)	h(cm)	pH
豬油	69.10	68.60	65.00	4.18	1.40	0.20	8.10
沙拉油	70.20	69.80	65.00	4.08	1.55	0.40	8.10
蜂蠟	77.60	77.40	70.00	4.14	1.30	0.25	8.00
未包覆	70.40	69.60	65.00	4.15	1.50	0.31	8.10

(二) 第二週(14天)

	原重(g)	M(g)	V(cm ³)	Φ(cm)	H(cm)	h(cm)	pH
豬油	66.60	66.00	65.00	4.05	1.51	0.23	7.80
沙拉油	71.00	70.60	65.00	4.13	1.35	0.37	8.00
蜂蠟	69.10	68.50	60.00	4.10	1.48	0.25	7.20
未包覆	68.20	66.50	60.00	3.92	1.55	0.35	7.90

(三) 第三週(21天)

	原重(g)	M(g)	V(cm ³)	Φ(cm)	H(cm)	h(cm)	pH
豬油	68.90	68.60	60.00	4.22	1.50	0.23	8.10
沙拉油	77.90	77.70	70.00	4.15	1.60	0.22	8.20
蜂蠟	67.10	67.00	60.00	4.41	1.49	0.21	8.10
未包覆	71.30	69.00	65.00	4.10	1.50	0.30	8.80

(四) 第四週(28天)

	原重(g)	M(g)	V(cm ³)	Φ(cm)	H(cm)	h(cm)	pH
豬油	70.90	70.70	65.00	3.80	1.50	0.27	8.10
沙拉油	75.40	74.70	65.00	4.05	1.51	0.26	8.10
蜂蠟	67.70	67.50	65.00	4.17	1.61	0.17	8.40
未包覆	67.00	64.70	65.00	4.30	1.60	0.19	8.10

(五) 第五週(35天)

	原重(g)	M(g)	V(cm ³)	Φ(cm)	H(cm)	h(cm)	pH
豬油	68.70	68.70	65.00	4.19	1.60	0.37	8.00
沙拉油	69.30	69.10	65.00	4.39	1.52	0.30	7.80
蜂蠟	73.90	73.10	65.00	4.31	1.59	0.22	7.70
未包覆	75.20	72.80	70.00	4.30	1.46	0.16	7.90

(六) 第六週(42天)

	原重(g)	M(g)	V(cm ³)	Φ(cm)	H(cm)	h(cm)	pH
豬油	74.90	74.80	65.00	4.10	1.76	0.39	7.70
沙拉油	70.20	69.80	65.00	4.17	1.32	0.40	7.80
蜂蠟	71.10	70.40	65.00	4.70	1.55	0.32	8.00
未包覆	70.40	66.20	65.00	4.53	1.29	0.44	8.20

(七) 第七週(49天)

	原重(g)	M(g)	V(cm ³)	Φ(cm)	H(cm)	h(cm)	pH
豬油	73.40	72.30	60.00	3.90	1.60	0.30	7.70
沙拉油	68.90	68.70	60.00	3.92	1.62	0.25	7.50
蜂蠟	76.40	75.50	70.00	4.23	1.58	0.20	8.10
未包覆	69.60	62.60	65.00	4.28	1.34	0.16	8.30

(八) 第八週(56天)

	原重(g)	M(g)	V(cm ³)	Φ(cm)	H(cm)	h(cm)	pH
豬油	68.80	68.50	70.00	4.49	1.99	0.53	7.80
沙拉油	67.10	67.00	65.00	4.31	1.71	0.51	7.50
蜂蠟	67.90	66.60	65.00	4.69	1.72	0.25	7.40
未包覆	67.10	61.30	65.00	4.67	1.62	0.43	9.10

(九) 第九週(63天)

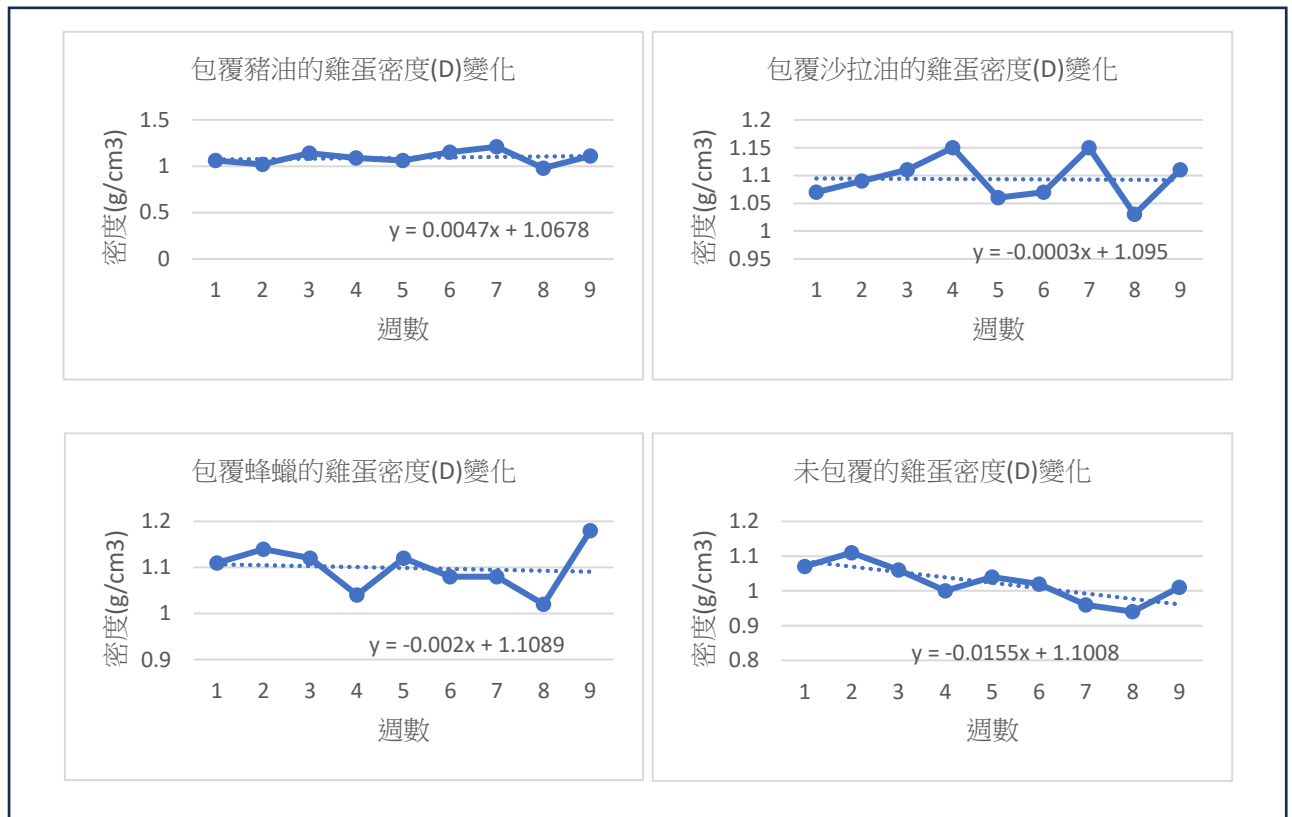
	原重(g)	M(g)	V(cm ³)	Φ(cm)	H(cm)	h(cm)	pH
豬油	73.80	72.00	65.00	4.01	1.85	0.22	7.70
沙拉油	66.90	66.30	60.00	4.15	1.27	0.16	7.60
蜂蠟	77.60	76.90	65.00	4.35	1.61	0.25	7.60
未包覆	71.20	65.60	65.00	4.07	1.46	0.35	8.30

【註】表中 M 為質量、V 為雞蛋體積、Φ 為蛋黃直徑、H 為蛋黃高度、h 為厚蛋白高度、pH 為蛋白的 pH 值。

(十) 根據上面(一)~(九)的數據，可以計算得到下面結果：

1. 平均密度(g/cm³)

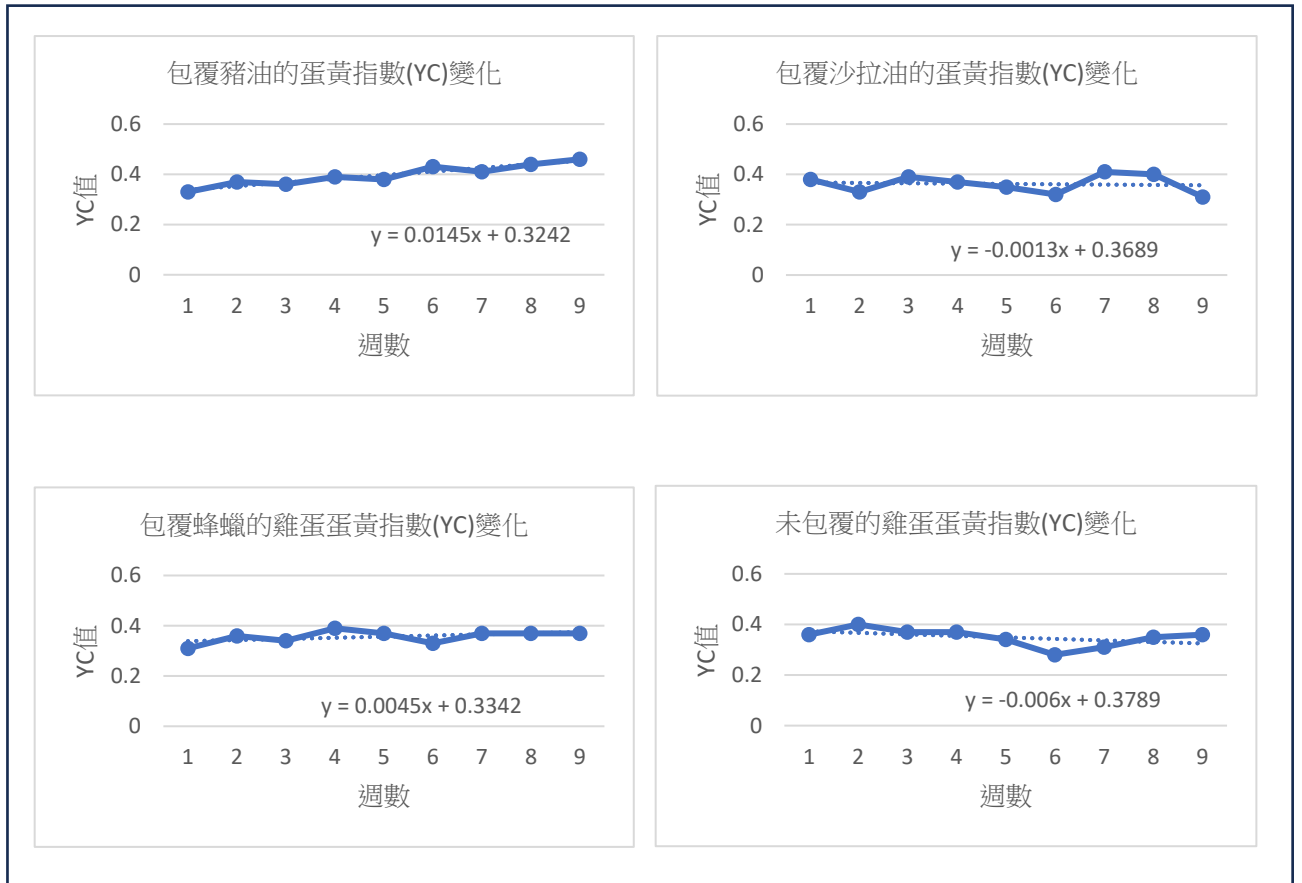
週數	1	2	3	4	5	6	7	8	9
豬油	1.06	1.02	1.14	1.09	1.06	1.15	1.21	0.98	1.11
沙拉油	1.07	1.09	1.11	1.15	1.06	1.07	1.15	1.03	1.11
蜂蠟	1.11	1.14	1.12	1.04	1.12	1.08	1.08	1.02	1.18
未包覆	1.07	1.11	1.06	1.00	1.04	1.02	0.96	0.94	1.01



從結果中可以看出包覆豬油的平均密度變化最小，而包覆沙拉油跟蜂蠟的密度呈現些微下降的趨勢，未包覆的雞蛋則是明顯的下降趨勢。

2. Y.C.值

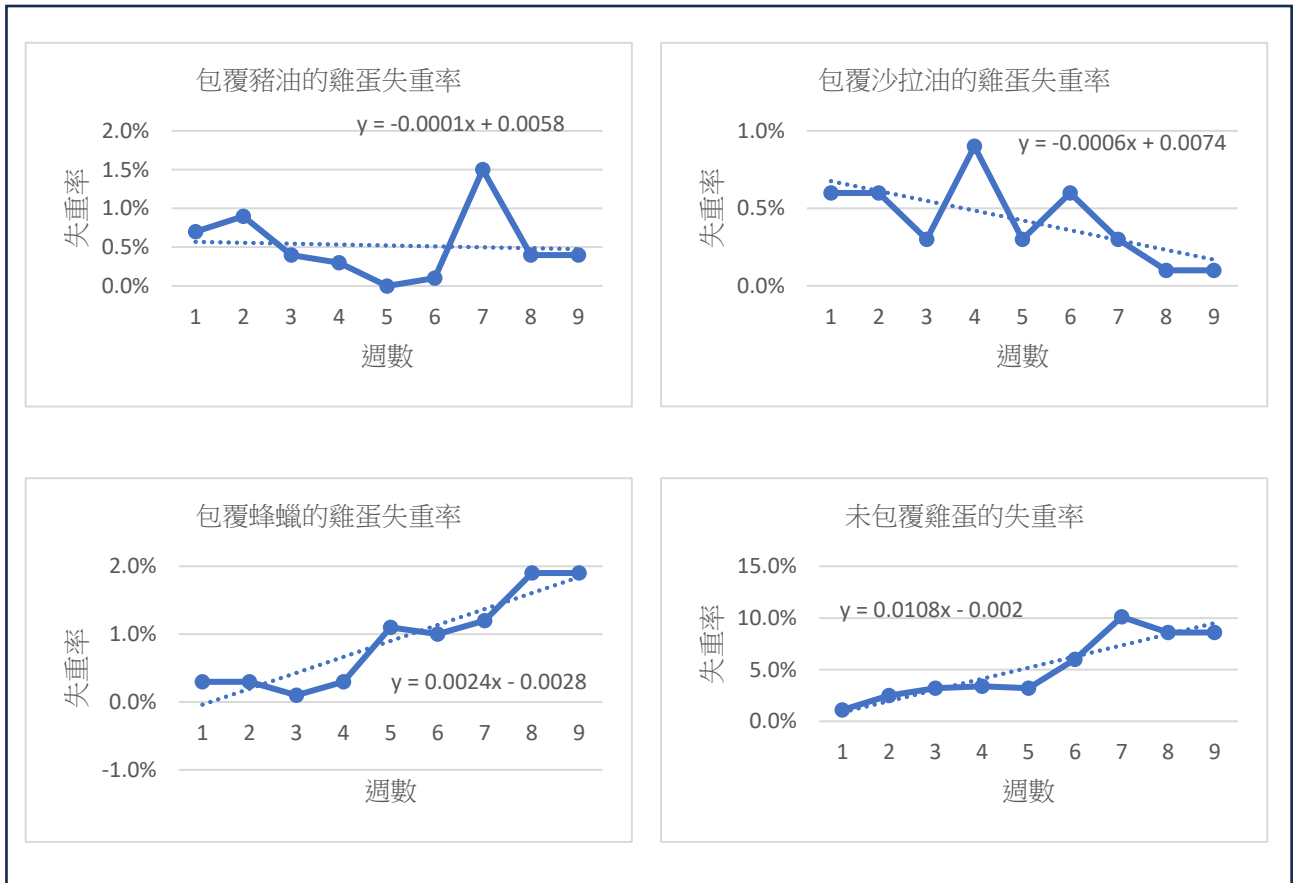
週數	1	2	3	4	5	6	7	8	9
豬油	0.33	0.37	0.36	0.39	0.38	0.43	0.41	0.44	0.46
沙拉油	0.38	0.33	0.39	0.37	0.35	0.32	0.41	0.4	0.31
蜂蠟	0.31	0.36	0.34	0.39	0.37	0.33	0.37	0.37	0.37
未包覆	0.36	0.4	0.37	0.37	0.34	0.28	0.31	0.35	0.36



在蛋黃指數的部分，包覆豬油的雞蛋是呈現些微上升的趨勢，而包覆沙拉油跟未包覆的雞蛋是呈現下降的趨勢，其中又以未包覆的雞蛋下降的比較明顯。而包覆蜂蠟的雞蛋則是無明顯的變化。

3. 失重率

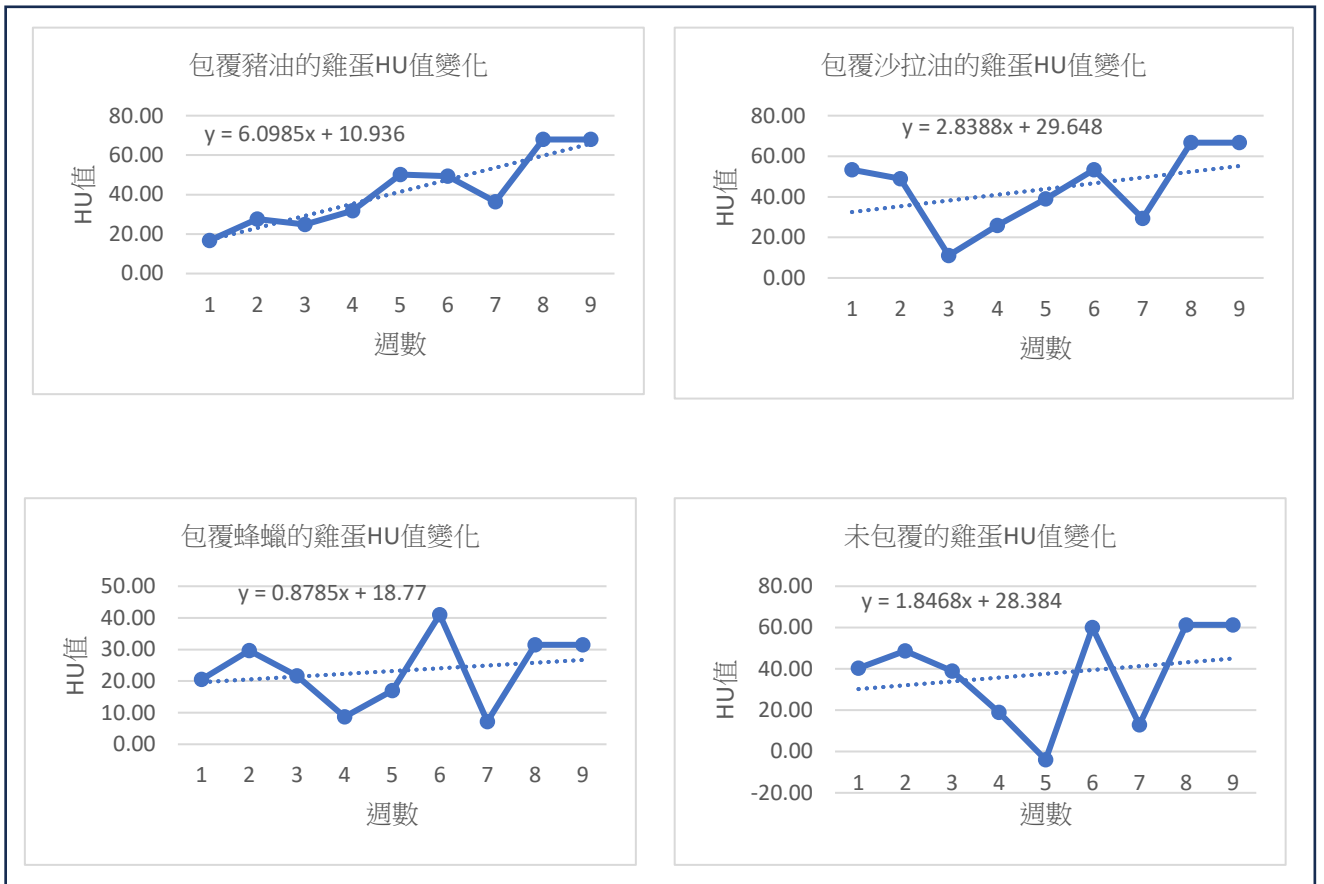
週數	1	2	3	4	5	6	7	8	9
豬油	0.7%	0.9%	0.4%	0.3%	0.0%	0.1%	1.5%	0.4%	0.4%
沙拉油	0.6%	0.6%	0.3%	0.9%	0.3%	0.6%	0.3%	0.1%	0.1%
蜂蠟	0.3%	0.3%	0.1%	0.3%	1.1%	1.0%	1.2%	1.9%	1.9%
未包覆	1.1%	2.5%	3.2%	3.4%	3.2%	6.0%	10.1%	8.6%	8.6%



在失重率的部分，可以看出包覆沙拉油的失重率整體最低，而且呈現下降的趨勢。而包覆豬油的雞蛋是失重率第二低的，整體呈現幾乎持平。但是包覆蜂蠟和未包覆的雞蛋則呈現上升的趨勢，其中又以未包覆的雞蛋整體的失重率最高，上升幅度也最大。

4. HU 值

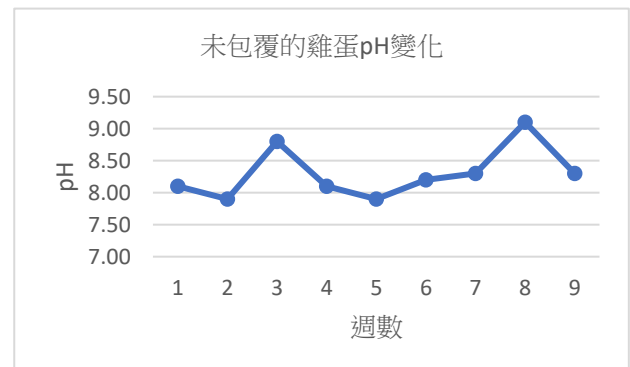
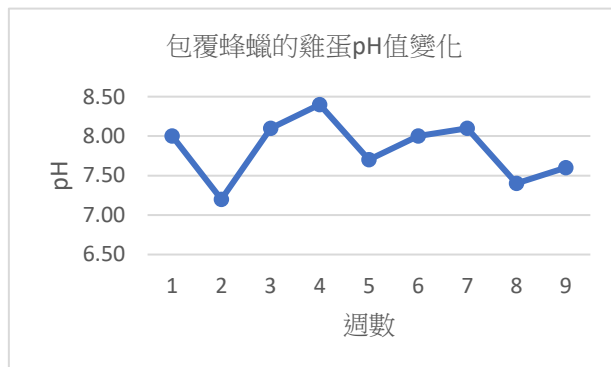
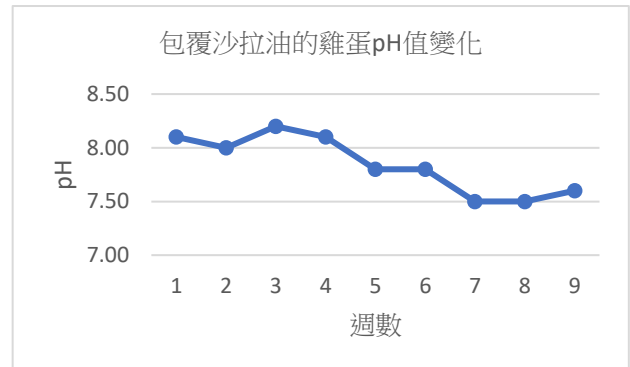
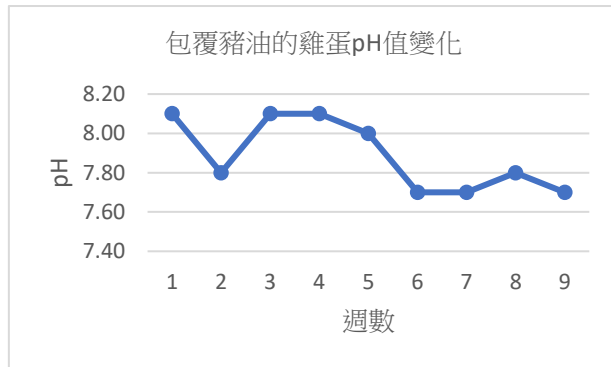
週數	1	2	3	4	5	6	7	8	9
豬油	16.80	27.60	24.90	31.90	50.10	49.30	36.40	67.93	67.93
沙拉油	53.40	49.00	11.10	25.90	39.00	53.40	29.40	66.69	66.69
蜂蠟	20.50	29.60	21.60	8.70	17.00	41.00	7.20	31.43	31.43
未包覆	40.30	48.70	39.00	19.00	-4.00	60.00	12.90	61.33	61.33



HU 值是用來評估雞蛋新鮮度的指標，在連續9個禮拜的數據中，四種處理方式的雞蛋 HU 值都是呈現上升的趨勢，其中以豬油的雞蛋上升幅度最大；而包覆蜂蠟的則是上升幅度最小，整體的 HU 值也最低。

5.pH 值

週數	1	2	3	4	5	6	7	8	9
豬油	8.10	7.80	8.10	8.10	8.00	7.70	7.70	7.80	7.70
沙拉油	8.10	8.00	8.20	8.10	7.80	7.80	7.50	7.50	7.60
蜂蠟	8.00	7.20	8.10	8.40	7.70	8.00	8.10	7.40	7.60
未包覆	8.10	7.90	8.80	8.10	7.90	8.20	8.30	9.10	8.30



我們測量的 pH 值是將濃蛋白和稀蛋白混合之後的蛋白液，由測量結果可以看出，大部分的結果都介在7.5~8.5之間，而在這九週中，所測得最高的值為9.1，其次是8.8，都是出現在未包覆的蛋中。這表示如果時間夠長，CO₂有可能從蛋殼中散失，進而使得蛋白的 pH 值上升。

而其中有進行包覆的雞蛋，不管是用甚麼材質包覆，pH 變化都不大，可以理解成只要有包覆，就可以減少 CO₂散失，這樣就可以維持蛋白的 pH 值，使雞蛋較不易變質。

二、透氣性的測試結果

(一)水氣的透氣性測試

我們將水加入挖洞、清出蛋液的空殼中，並在殼外貼上氯化亞鈷試紙觀察試紙變色所需的時間，裝置如下圖所示。



	水氣
豬油	36分21秒
沙拉油	8分42秒
蜂蠟	13分20秒
未包覆	5分43秒

我們每種不同處理方式的蛋殼都會測量三次變色時間，平均時間如上表所示。在水氣的透氣性測試結果中，可以看出未包覆的蛋殼會讓氯化亞鈷試紙最早變色，表示未包覆時，水氣最容易散失；而包覆豬油的蛋殼，則是最慢使氯化亞鈷試紙變色，而且時間約是第二慢的3倍，這表示有沒有進行包覆真的會影響水氣的散失。

(二)二氧化碳的透氣性測試

因為學校有一節課45分鐘的限制，加上前置作業也需要時間，所以在二氧化碳的透氣性測試中，我們設定觀察注入 CO₂的蛋殼15分鐘，並每3分鐘記錄一次數據，實驗裝置如下圖所示，而得到的結果如下表所示。



	3min	6min	9min	12min	15min
豬油	437	451	450	435	436
沙拉油	445	450	440	450	440
蜂蠟	436	435	438	439	443
未包覆	448	441	439	446	437

我們用二氧化碳偵測器去量背景空氣的濃度，正常通風的環境就是在440~480ppm跳動。根據實驗結果，可以看出四種處理方式的蛋殼彼此間的數據變化不大，幾乎都是在背景值附近跳動，沒有 CO₂散失出來。不過短時間內沒有變化，不表示不會洩漏，可能只是洩漏時間很慢，所以短時間內沒有變化。

伍、討論

根據我們查找到的資料，雞蛋會隨著存放時間的增加，會有下面的變化：1.水氣散失、2.CO₂散失及3.細菌增生。其中水氣的散失會使得雞蛋變輕，所以失重率會上升，雞蛋密度會下降；而 CO₂散失會使得蛋白的 pH 值上升，造成濃蛋白變稀，細菌增生等結果。所以隨著存放時間的增加，雞蛋的新鮮度就會下降，也就是說如果能減少蛋殼的透氣性，就可以延長雞蛋的保存時間。

根據我們的水氣透氣性實驗數據，可以看出包覆沙拉油的雞蛋最能阻擋水氣的散失，這點可以對照失重率跟密度的數據而獲得證實。理論上，不論包覆何種材質的膜，都是減緩水氣散失而已，所以如果有需要長時間保存雞蛋的話，可以考慮在上面塗抹沙拉油或是豬油。

而從 CO₂透氣性實驗中，我們可以看到不管有沒有包膜，對 CO₂的散失都有幫助，這點可以對照 pH 值的數據獲得驗證。我們觀察了連續9個禮拜的蛋白 pH 值，有包膜的雞蛋蛋白 pH 都是介在7.5~8.5之間，並沒有明顯的上升趨勢，而2個超過8.5的數值都是在未包膜的蛋白測得的，所以想減少 CO₂散失的話，只要有包膜即可，不用在意包膜的材質。

我們覺得比較有趣的是9個禮拜的數據中，YC 值並沒有明顯的下降，而且部分 HU 值還有上升的趨勢。一般超市的洗選蛋，建議的保存時間為28天，我們這次的實驗連續觀察了63天，在這段打開雞蛋檢測的過程中，並沒有發現有壞掉的雞蛋，這表示如果處理方式正確且保存環境得宜，真的是可以延長雞蛋的保鮮時間。

陸、結論

我們將買來的雞蛋進行洗淨、包膜、測量等動作，目的是要驗證新聞所說的內容是否正確，雖然沒有做到140天，但是也是比建議的存放時間多了一倍以上。雖然我們不是使用新聞說的包膜材質，但是我們從一般家庭容易取得的材料選了3樣出來測試，就結果來說，有包膜的確是能減少水氣和 CO₂散失。

但是在9週的測試中，我們並沒有發現臭掉的雞蛋，也就是說就算是未包膜，也只是新鮮度下降，但不是壞掉。

如果要自行包膜以延長雞蛋的保鮮期的話，我們建議塗抹豬油。雖然沙拉油比豬油好取得，但是我們實驗過程中，沙拉油會一直滴下來，會弄得到處都油油的。而豬油是偏向固體的油，比較不會滴的到處都是。而就算是未包膜的雞蛋，存放在冰箱中，也可以保存超過28天。

柒、參考資料及其他

1. 優雞可尋。 <<https://www.chicken.tw/card/egg-knowledge/eggs/no_166>>
2. 影響蛋白品質的因素—毫氏(HU)單位為指標。
<<<https://www.miobuffer.com.tw/fnm/199707/05.htm>>>
3. 蛋的品質。 <<<https://digitaleggtester.com/tw/egg-quality/>>>